

ETAT DES CONNAISSANCES DES SEUILS ET POINTS DURS EN LOIRE CAMPAGNE DE LOCALISATION 2000 ENTRE LE BEC D'ALLIER ET NANTES

Harold RETHORET¹

Consultant pour la Direction Régionale de l'Environnement du Centre

RESUME

L'objectif de ce travail était de dresser l'état des connaissances sur les seuils rocheux et points durs en Loire entre le Bec d'Allier et Nantes, soit 500 km. Les seuils et points durs sont des affleurements de substratum rocheux, des blocs de roches ou des grèves de galets jonchant le fond du lit sur une grande surface ou des ouvrages de la main de l'homme² tels que duits, épis, chevrettes, récents ou anciens. Plusieurs sources de données antérieures ont été étudiées et intégrées dans un système de gestion de bases de données (MicrosoftTM Access). Ce sont les cartes topographiques du cours de la Loire datant de 1850, la localisation des seuils rocheux par Y. Babonaux (1950-1960), l'étude de navigabilité de la Loire entre le Bec d'Allier et Nantes par le Service Hydrologique Centralisateur (1987), une étude complémentaire du bureau d'étude Sogreah entre le Bec de Vienne et le Bec de Maine (1998), ainsi que des données archéologiques en basse Loire entre Chalonnes et le Bec de Maine (1994-96). Une campagne de terrain pour recenser les seuils et points durs à la faveur de l'étiage 2000 (18/08 au 21/09/2000) a consisté en un repérage par vidéos aériennes, puis reconnaissance et identification des caractéristiques physiques, géomorphologiques en canoë-kayak. 190 seuils et points durs ont été répertoriés dans une base de données selon une typologie définie, vectorisés et géoréférencés dans un Système d'Information Géographique (SIG) intégrant également les données historiques précédemment citées.

I. INTRODUCTION

La présente étude s'inscrit dans une réflexion globale pour une meilleure connaissance de la morphologie de la Loire, initiée dans le cadre du Plan Loire Grandeur Nature et commandée par la Direction Régionale de l'Environnement Centre. Le pilotage a été assuré par l'Equipe Pluridisciplinaire du Plan Loire Grandeur Nature par l'intermédiaire de J.N. Gautier et la DIREN Centre par l'intermédiaire d'O. Clérycy. Elle s'intègre dans la démarche du Système d'Information de l'Evolution du Lit de la Loire (SIEL), conçu par la DIREN Centre et avec l'appui de l'EPPLGN dès 1994. Le SIEL est un SIG ayant pour objectif de favoriser l'observation des évolutions du lit, d'en mesurer les transformations et notamment de définir les secteurs où des travaux de restauration ou d'entretien courant sont nécessaires et de mesurer leur impact. Le SIEL s'articule autour de trois types d'informations : des relevés de lignes d'eau, des relevés topographiques et des images aériennes. Les produits sont des cartes mosaïques de situation, d'évolution morphologique, d'occupation des sols et de végétation où des comparaisons spatiales et temporelles sont possibles.

L'évolution de la morphologie des grands fleuves est largement conditionnée par les actions humaines, depuis fort longtemps, et fréquemment dans des proportions qui dépassent très largement la dynamique naturelle de ces hydrosystèmes. Les extractions massives de granulats dans le lit mineur de la Loire ont, par exemple, dépassé de plusieurs ordres de grandeur les apports naturels et conduit à une incision progressive et régressive du fond de lit de la Loire de plusieurs mètres dans certains secteurs. Cet état de fait pose aujourd'hui de grands problèmes de gestion quant à la stabilité des ouvrages de franchissement, des ouvrages de protection contre les crues telles que les levées, l'abaissement des niveaux de nappe d'accompagnement du fleuve (constituant très souvent une ressource en eau potable pour de nombreuses collectivités), ainsi que des désordres écologiques difficilement réversibles.

Les ouvrages de navigation ont également fortement contribué à façonner le lit mineur de la Loire et participé à la chenalisation du fleuve. A l'état de ruines ou de vestiges, ces ouvrages peuvent constituer des seuils influant sur la morphologie locale. Les seuils rocheux ou affleurements de substratum sur lesquels les alluvions se sont accumulées, façonnent également le lit de la Loire et contribuent à sa morphodynamique.

¹ haroldr@club-internet.fr

² Ceux en aval du bec de Vienne n'ont pas été comptabilisés.

Cette étude vise à réactualiser la connaissance de ces seuils et constater l'évolution de ces structures dans le lit entre le Bec d'Allier (Nevers) et Nantes. Après avoir exploré les différentes sources historiques témoignant de l'existence, de la localisation et de l'identification des points durs et seuils rocheux en Loire, nous détaillerons la méthodologie développée pour recenser ces objets lors d'une campagne de terrain réalisée pendant l'étiage 2000 (18/08/00 au 21/09/00) et l'exploitation des données qu'il en a été faite.

II. ETAT DE LA CONNAISSANCE CONCERNANT LES SEUILS ET POINTS DURS DANS LE LIT DE LA LOIRE

II.1. Définition

Parmi les nombreuses acceptations du mot seuil, les deux suivantes conviennent à notre champs d'étude : "*couloir de basses terres qui fait communiquer deux régions entre elles et qui sert de voie de passage*" et "*partie en saillie dans le lit d'un cours d'eau entre deux zones creusées (mouilles)*".

Dans la première, il faut voir la référence à la "*terre*", communication en tant que "*voie de passage*". Historiquement, un seuil dans un cours d'eau est une bande de "*terre*", qui aux "*basses*" eaux permet le "*passage*" d'une rive à l'autre, un gué naturel ou aménagé par l'homme. Dans la deuxième, le seuil est un élément topographique du paysage fluvial, "*en saillie*", qui s'intègre dans une description longitudinale du milieu fait de bosses et de creux.

Les objets que nous cherchons à localiser et à identifier en Loire sont donc des affleurements de substratum rocheux, des blocs de roches ou des grèves de galets jonchant le fond du lit sur une grande surface ou des ouvrages de la main de l'homme tels que duits, épis, chevrettes, récents ou anciens, de consistance suffisante pour être pérenne dans le temps et donc fixe dans l'espace, et ayant une incidence sur l'écoulement (rupture de pente de la ligne d'eau, accélération du courant, déviation de l'écoulement...).

II.2. Anté-XIXème siècle – Vestiges médiévaux

Pour les plus anciennes traces, des investigations historiques et archéologiques ont révélé sur la Loire des axes de circulation marchands ou militaires. La Loire était un obstacle naturel qui souvent ne pouvait être traversé qu'au niveau de passages à gués, zones de hauts-fonds consistant, au moment des faibles débits, ou au niveau des quelques ponts de bois ou ponts maçonnés sur lesquels des droits de péage étaient exercés. Par les écrits, archives et travaux de recherche dont des reconnaissances par prospection géophysique sur le terrain, certains vestiges antiques et médiévaux de ponts peuvent être suspectés et approximativement datés [1]. La plus ancienne mention du pont de Gien, par exemple, date de 1135 en qualité de pont de bois et correspond à l'implantation du pont actuel reconstruit en maçonnerie en 1484. D'autres sont mentionnés au XIIème siècle, comme à Sully-sur-Loire, et leur fin utilisation est datée au XIV ou XVIème siècle. Des vestiges sont visibles pour certains et constituent des seuils artificiels à l'étiage.

Des travaux d'archéologie fluviale appliquée en basse Loire [7] mettent en évidence des structures anciennes, médiévales, mises à jour par le phénomène d'incision du matelas alluvial évoqué précédemment. L'écomusée de Montjean, en relation avec le service régional d'archéologie de la Direction Régionale des Affaires Culturelles de Nantes, a engagé entre 1992 et 1995 une prospection-inventaire des lits majeur et mineur de la Loire. De nombreux sites ont été découverts, analysés et datés. Parmi les ouvrages découverts, on peut citer des épis de pêcheries, des duits de péage, des meuneries,... De l'amont de l'île de Chalennes à Saint-Florent-le-Vieil, une vingtaine d'ouvrages ont été inspectés à l'étiage. Ils s'étendent sur une cinquantaine de kilomètres de bras de Loire avec une densité particulière entre l'amont de l'île de Chalennes et Ingrandes. Ces données archéologiques enrichissent le dénombrement et l'identification des seuils artificiels, soit 21 objets, toujours en place dans le lit mineur et structurant la morphologie locale.

II.3. 1850 - Cartes topographiques du cours de la Loire

Des données issues du XIXème siècle sont exploitables sur les cartes topographiques du cours de la Loire au 1/20000^{ème} de 1850 où figurent les ouvrages de navigation et seuils naturels implantés dans le lit de la Loire. Les figurés auxquels nous nous sommes intéressés sont représentés sur la Figure II-1. Un autre figuré précise sur ces cartes "rapide et cataracte" pour symboliser les seuils avec une rupture de pente créant une singularité dans l'écoulement.

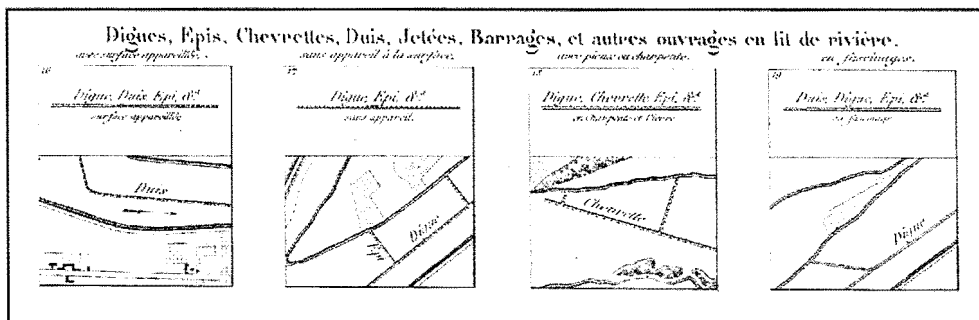


Figure II-1 : Figurés de légende des cartes du cours de la Loire datant de 1850 [2]

La connaissance de l'implantation de ces ouvrages permet dans certains cas de déterminer l'origine de seuils observés à l'heure actuelle. Ce qui s'apparente à des dépôts naturels s'avèrent en fait, parfois, des ruines d'ouvrages, et la distinction n'est possible que si l'on se réfère à ces informations historiques.

II.4. 1966 – Localisation des seuils rocheux par Y. Babonaux

Plus récemment, une étude d'hydrodynamique fluviale sur le lit de la Loire traitée par Y. Babonaux [3], dans le cadre d'une thèse de doctorat ès lettres (1966), a mis en évidence l'emplacement, et détaillé les caractéristiques des seuils rocheux reconnus en Loire entre Roanne et Nantes (Figure II-2). 42 seuils avaient été répertoriés, repérés par rapport à la distance à la source, leur nature et leur âge géologique spécifiés.

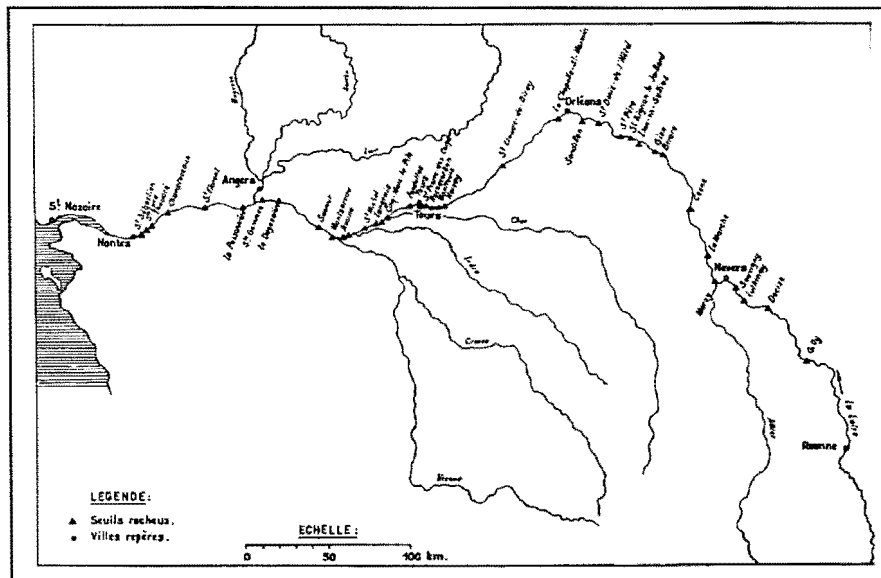


Figure II-2 : Localisation des seuils rocheux reconnus par Y. Babonaux² (1966) [3]

II.5. 1987 – Etude de navigabilité de la Loire par le Service Hydrologique Centralisateur Loire-Bretagne - Z. Gasowski et C. Vallet

Un travail visant à définir la navigabilité de la Loire pour des bateaux de plaisance a été entrepris entre le Bec d'Allier et le Bec de Vienne par le Service Hydrologique Centralisateur [4]. Des campagnes de terrain ont été organisées sur la Loire afin de relever tous les obstacles à la navigation, naturels ou artificiels. Ils ont été reportés sur des cartes au 1/25000^{ème}, des photographies illustrent certaines observations (passages de ponts, seuils remarquables...). Les figurés exploitables pour notre recherche concernent *i.* les seuils rocheux et pierres isolées, *ii.* les seuils sableux ou bancs très étendus.

Une étude similaire [5] entre le Bec de Vienne et le Bec de Maine a assuré la continuité de l'étude précédente pour les mêmes objectifs d'évaluation des potentialités de développement de la navigation de plaisance. Réalisée par le bureau d'étude Sogreah en 1998, seuls les points matérialisant des seuils nous sont utiles et ils ne sont qu'au nombre de quatre pour cette section du fleuve.

III. METHODOLOGIE DE LA CAMPAGNE DE LOCALISATION 2000

III.1. Repérage préalable des seuils et points durs

Les seuils et points durs, à l'étiage, sont visibles soit directement soit par l'effet qu'ils créent sur l'écoulement. La démarche était donc de repérer, dans le lit mineur, des points singuliers dans l'écoulement dont l'origine pouvait être naturelle ou artificielle à partir de prises vidéos aériennes de la Loire. Des campagnes de survol du lit majeur de la Loire sont organisées par la Diren Centre depuis 1995 entre le Bec d'Allier et Nantes, en période d'étiage (août), et renouvelées chaque année. Un enregistrement vidéo³ est réalisé ainsi que des prises photographiques à haute résolution.

Trois années ont été observées, étiages 1995, 1996 et 1998, afin que le repérage soit le plus exhaustif possible, les débits d'étiages entre ces trois années étant sensiblement différents. Les points repérés ont été reportés sur un support cartographique au 1/25000^{ème} en vue d'une vérification sur le terrain.

III.2. Reconnaissance de terrain

La seconde étape a consisté en une reconnaissance de terrain afin de vérifier l'existence des points repérés par vidéo, et d'en relever les caractéristiques physiques, géologiques et morphologiques. L'observation directe depuis la berge ne permettant pas une analyse fine des points durs, le mode de prospection adopté fut le canoë-kayak⁴. Elle s'est déroulée en deux parties (Figure III-1) pour des raisons d'accès aux bords de Loire et de densité des sites : Bec D'allier (Nièvre, 58) à Saint-Benoît-sur-Loire (Loiret, 45), soit 140 km de Loire réalisés en canoë biplace, en continu pendant quatre jours ; Saint-Benoît-sur-Loire (Loiret - 45) à Nantes (Loire Atlantique - 44), soit environ 360 km, les transferts entre chaque site étaient parcourus en voiture, un kayak monoplace embarqué sur le véhicule permettait ensuite de réaliser les relevés dans les mêmes conditions que précédemment. Pour ce secteur de Loire, la prospection a donc été discontinuée et a duré quinze jours.

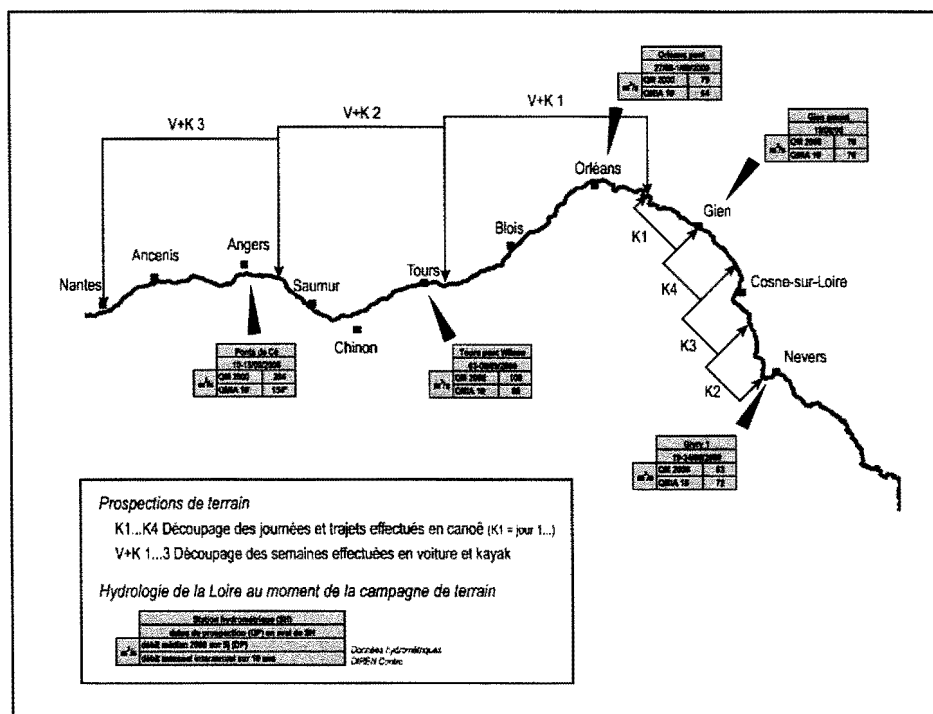


Figure III-1 : Déroulement et conditions hydrologiques de la campagne 2000

Pour chaque site visité sur le terrain, nous avons collecté les informations suivantes : fiche de relevé sur les caractéristiques du site, prises photographiques du site dans le lit mineur et du substrat minéral pour les seuils composés de galets siliceux ou blocs calcaires, échantillonnage de roches en vue de leur détermination pétrographique.

La fiche de relevé comprend les rubriques suivantes : *données générales et géographiques* : nom du site, point kilométrique, département, commune ; *caractéristiques physiques* : nature originale, implantations

³ Caméra optique S-VHS de 1995 à 1999 et caméra numérique en 2000, altitude entre 1500 et 2000 m suivant les campagnes.

⁴ L'organisation de cette campagne de terrain de grande envergure nous a conduit à créer un partenariat avec le Comité Régional de Canoë-Kayak du Centre (CRK, Orléans - 45) afin d'assurer les parties logistique et technique.

spatio-temporelle, géométrie ; *caractéristiques géomorphologiques* : nature géologique, état de la matière, incidences locales sur l'écoulement et la morphologie du lit ; *commentaires* : observations de terrain, dimensions ou surface de recouvrement d'un seuil, diagnostic de la nature géologique par rapport aux affleurements de couches sur les coteaux, détails des roches (taille des blocs, traces de diagenèse ou de métamorphisme...).

IV. EXPLOITATION DES DONNEES

L'exploitation des données de cette campagne est articulée sur la constitution de bases de données (Microsoft™ Access) et une intégration dans un SIG (ESRI™ Arcview).

IV.1. Bases de données et Thème photographique

Pour chaque étude antérieure consultée et décrite en partie I., une base de données a été créée et associée au SIG. Une base recense les ouvrages figurant sur les cartes de 1850 (112 enregistrements), une concerne les seuils rocheux reconnus par Babonaux (42 enregistrements), une autre les relevés du SHC Loire-Bretagne (143 enregistrements). Les fiches de terrain de la campagne 2000 ont également été saisies dans une base consultable par l'intermédiaire d'un formulaire (190 enregistrements).

Toutes les photographies prises sur le terrain (support diapositive couleur) ont été transférées sur cédérom au format jpeg (1536 x 1024 pixels, 72 pixels par pouce). Pour la grande majorité des sites, une photographie de situation, au moins, ou plusieurs, du seuil ou du point dur ont été prises. Des photographies de détail illustrent la nature et la texture des roches pour certains d'entre eux. Une mosaïque regroupe les différentes vues pour un même site. 152 photographies ou mosaïques sont consultables pour illustrer les sites identifiés durant cette campagne.

IV.2. Architecture du projet SIG (Annexe 1)

Nous avons utilisé l'environnement Arcview d'ESRI™, sous lequel le SIEL de la DIREN Centre est conçu, pour des raisons de compatibilité des données. Typiquement un projet est composé de plusieurs thèmes graphiques et de tables de données associées à ces thèmes. A chaque base de données correspond un thème graphique. Le projet repose sur un fond topographique IGN au 1/25000^{ème} (scan 25©) sur lequel les différentes couches d'information (thèmes) peuvent superposées, croisées ce qui offre une vision globale à la fois spatialement et temporellement et rend l'interprétation des informations plus intuitive.

IV.3. Analyse typologique des données

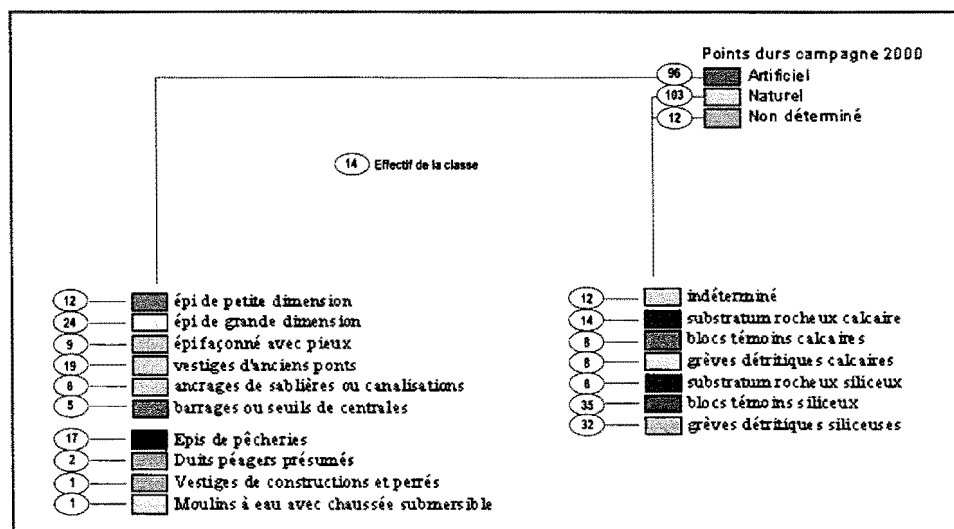


Figure IV-1 : Typologie des seuils et points durs de la campagne 2000 – effectifs des classes

Sur les 211 sites identifiés entre le Bec d'Allier et Nantes, 103 peuvent être qualifiés de « Naturels », 96 « Artificiels », 12 restent indéterminés. Cette première dichotomie nous a amené à considérer deux sous-ensembles typologiques, respectivement "Typologie Artificiel 2000" et "Typologie Naturel 2000", eux-mêmes composés de plusieurs classes. La désignation de ces classes et leur effectif est donné par la Figure IV-1.

Thème "Typologie Artificiel 2000" (96)

- ❖ A1 (12) - Epi de petite dimension - longueur axiale < 25 mètres et hauteur < 0,50 mètre - blocs empilés de nature homogène ou pas - orientation dans le lit perpendiculaire, oblique ou parallèle à l'écoulement,
- ❖ A2 (24) - Epi de grande dimension - longueur axiale > 25 mètres et hauteur > 0,50 mètre - ouvrages ou des ruines d'ouvrages de navigation constitués de blocs rocheux, de matériaux terreux et sableux, plus ou moins végétalisés,
- ❖ A3 (9) – Epi façonné avec pieux – idem précédents mais avec fondations en pieux de bois visibles,
- ❖ A4 (19) – Vestige d'un ancien pont - une ou plusieurs doubles rangées de pieux en bois fichés dans les alluvions pour les ouvrages antiques et médiévaux⁵ ou présence de palées (fondations des piles de ponts) régulièrement espacées perpendiculairement au lit ou nombreux débris d'anciens ponts (blocs de maçonnerie, ferrailles, morceaux de tabliers gisant sur le fond du lit, stigmates pour la plupart des bombardements de la seconde guerre mondiale),
- ❖ A5 (6) – Ancrage de sablière ou canalisation - massifs bétonnés ou épaves de bateaux qui servaient d'ancrage aux dragues assurant le prélèvement des sables et graviers,
- ❖ A6 (5) – Barrage ou seuil de centrale - seuils des centrales de Belleville-sur-Loire, Dampierre-sur-Loire et Saint-Laurent-des-Eaux et barrage mobile de la ville de Blois,
- ❖ A7 (17) – Epis de pêcheries – épis constitués de pieux et de moellons de pierres à usage de pêche,
- ❖ A8 (2) – Duits péagers présumés – duits à fonction de contrôle des passages de bateaux où étaient appliqués les droits de péages,
- ❖ A9 (1) – Vestiges de constructions et perrés,
- ❖ A10 (1) – Moulins à eau avec chaussée submersible.

Thème "Typologie Naturel 2000" (103)

L'étude de la géologie locale, à partir des cartes géologiques au 1/50000^{ème} éditées par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières, met en évidence les couches stratigraphiques susceptibles d'affleurer au niveau des coteaux de la Loire et dans son lit. Une étude systématique le long de la Loire entre le Bec d'Allier et Nantes nous a permis de corréliser les observations de terrain (nature des roches observées) à l'interprétation des cartes géologiques pour tenter de déterminer l'origine des seuils.

- ❖ NC1 (14) – Substratum rocheux calcaire - couches géologiques structurales de nature calcaire - les cas observés en Loire sont des bancs calcaires stratifiés visibles le plus souvent en pied de berge. Présentement, 45 % des affleurements rocheux relevés (6) sont situés entre le Bec d'Allier et Myennes (pk⁶ 459 à 527), d'âge Jurassique ; 35 % (4) au voisinage de Jargeau (pk 616) et La Chapelle-Saint-Mesmin (1) (pk 643), d'âge Aquitainien et 15 % au voisinage de Langeais (1) (pk 779) et le Bec de Vienne (1) (pk 806), d'âge Turonien,
- ❖ NC2 (8) – Blocs témoins calcaires - blocs à nature calcaire, non cohésifs, couvrant une grande surface du lit, de taille généralement pluricentimétrique (> 10 cm). L'attribution "blocs témoins" provient de l'origine suspectée de ces blocs qui seraient le produit d'un faciès d'altération de couches calcaires incisées par la Loire ou la couche supérieure altérée du substratum. Concernant la répartition de ces seuils, 65 % (5) sont en pays Orléanais et Tourangeau, respectivement originels des calcaires de Beauce et de Touraine ; 25 % (2) en amont de Cosne-sur-Loire (pk 523) où affleurent des calcaires organodétritiques et 10 % (1) au voisinage du Bec d'Allier caractérisé par la présence de couches marno-calcaires du Bajocien supérieur,
- ❖ NC3 (8) – Grève détritique calcaire – idem précédente classe mais la taille des blocs change et est généralement centimétrique (galets < 10 cm). Tous les seuils repérés, 100 % (6), sont situés entre La Chapelle-Saint-Mesmin (pk 643) et Avoine (pk 804), d'âge supposé Turonien,
- ❖ NS1 (6) – Substratum rocheux siliceux - équivalent de NC1 pour les affleurements de nature siliceuse. Les points relevés apparaissent quand la Loire pénètre les contreforts du massif Armoricaire, terrains géologiquement très anciens (paléozoïques pour la plupart), de natures schisteuse, gneissique.,
- ❖ NS2 (35) – Blocs témoins siliceux - classe équivalente à NC1 pour les blocs de nature siliceuse, 50 % (17) des seuils reconnus se situent entre Saint-Benoit-sur-Loire (pk 598) et Gien (pk 563). 25 % sont

⁵ Notons que nombre d'autres ouvrages étaient bâtis sur des fondations en pieux, épis de pêcheries, de navigation, ... leur disposition plus ou moins transversale et perpendiculaire au lit peut suggérer un ouvrage de franchissement, donnée qu'il faut corréliser à une recherche historique pour statuer sur sa véritable nature.

⁶ Pk = point kilométrique dont l'origine est la source de la Loire (données issues de la BD Carthage IGN©)

répartis entre Pouilly-sur-Loire (pk 503) et Myennes (pk 527). Sur ces deux secteurs de Loire où la densité de présence de seuils est forte, nous retrouvons des blocs, parfois plurimétriques, de poudingues siliceux (conglomérats de rognons de silex liés par un ciment de nature siliceuse et très fin) d'âge estimé Sparnacien (Eocène inférieur). Ces blocs, par zones, reposent sur le fond du lit et sont à l'étiage à fleur d'eau et repérables aux remous dans l'écoulement. Le quart restant est dispersé entre Orléans et Blois (6) et attribué à des résidus détritiques de couches calcaires de l'Aquitainien, puis entre Saumur et Angers (2),

- ❖ NS3 (32) – Grève détritique siliceuse - galets de silex couvrant généralement une grande partie du lit et créant en certains endroits des ruptures de pente de la ligne très significatives. La difficulté de leur identification naît de l'indéterminisme entre des alluvions modernes grossières et des reliquats de couches anciennes d'âges Crétacé supérieur ou Eocène. Ces dernières sont caractérisées par des faciès siliceux à matrice argileuse, la matrice lorsqu'elle est érodée libère les matériaux siliceux qui peuvent former des grèves étendues. La distribution des sites de ce type couvre un large linéaire de Loire. 33 % (12) des sites sont situés entre Myennes (pk 527) et Gien (pk 563), la géologie locale décrit des affleurements de Sénonien, agglomérat de silex à matrice argileuse blanche ou grise. Les autres sites soit 67 % (19) se répartissent assez uniformément entre Sully-sur-Loire (pk 567) et Luynes (pk 787). Ils sont probablement la trace de faciès d'altération d'horizons calcaires Aquitainien, Turonien et Sénonien.

V. CONCLUSION

Le travail de recherche sur l'état de connaissance des seuils et points durs en Loire nous a conduit à considérer les données historiques et archéologiques réalisées dans le lit mineur, les cartes topographiques du cours de la Loire au 1/20000^{ème} de 1850 (112 relevés), les données de Y. Babonaux 1966 (42 relevés) et des études de navigabilité de la Loire 1987 (143 relevés).

La campagne de terrain réalisée entre le Bec d'Allier et Nantes pendant l'étiage 2000 (18/08 au 21/09/2000) a révélé 190 seuils déclinés selon une typologie définie a posteriori. Les objets naturels sont des affleurements de substratum, des blocs de roches ou des grèves différenciées en fonction de leur lithologie (calcaire ou siliceux). Les objets artificiels sont des variantes d'épis, des vestiges d'anciens ponts ou de constructions maçonnées, des ancrages de sablière, les seuils de centrales nucléaires.

Toutes ces données historiques et actualisées sont dorénavant intégrées dans un SIG ce qui ouvre des perspectives intéressantes pour des analyses diachroniques et une meilleure compréhension de la morphodynamique de la Loire, un retour de réflexion sur les acquisitions de données du SIEL notamment pour le réseau de relevés des lignes d'eau.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] - E. MIEJAC, 1999, Actes du colloque « Ponts de la Loire et de ses affluents », Orléans – 4 décembre 1999 – Les Etudes Ligériennes, 10 p.
- [2] - Cartes topographiques du cours de la Loire au 1/20000^{ème} de 1850
- [3] - Y. BABONAUX, 1966, « Le lit de la Loire – Etude d'hydrodynamique fluviale », Thèse de doctorat ès lettres, Paris, 252 p.
- [4] - Z. GASOWSKI, C. VALLET, 1987, « Etude hydraulique des potentialités de développement d'activités nautiques de loisir sur la Loire – départements de la Nièvre, du Loiret, du Loir-et-Cher et d'Indre-et-Loire », Orléans, rapport interne Service Hydrologique Centralisateur Loire-Bretagne.
- [5] - SOGREAH, EPALA, 1998, « Navigation traditionnelle et sportive sur la Loire entre le Bec de Vienne et le Bec de Maine - Etude de faisabilité », Paris, rapport interne, 78 p.
- [6] - HYDRATEC, 1984, « Région Centre – Etude de la ligne d'eau de la Loire », Paris, rapport d'étude, 102 p.
- [7] - P. CAYLA, 2001, « De Loire en ardoise – essai de géographie culturelle », non publié, 125 p.